

© 1988 ISIJ

技術報告

鉄鉱石ブリケット製造技術の基礎的検討

小泉 秀雄*・山口 荒太*²・土井 暉庸*²・野間 文雄*³

Fundamental Development of Iron Ore Briquetting Technology

Hideo KOIZUMI, Arata YAMAGUCHI, Terunobu DOI and Fumio NOMA

Synopsis :

A series of experiments have been conducted for the development of an iron ore briquetting technology. The following results were obtained:

(1) The drop strength of green briquettes increased with the addition of 1 wt% bentonite, 0.5-1.0 wt% rignin, 3 wt% slaked lime, and 3 wt% cement. Among these additives, bentonite was found to be the most effective.

(2) In order to examine the abrasion of briquettes in the rotary kiln induration process, tumbler tests were conducted for pre-heated briquettes. It was found that the abrasion index (-3 mm%) of briquettes improved with the above-mentioned additives especially bentonite. These results were significantly better than those for pellets.

(3) The sphere shape of pellets causes problems in the blast furnace, such as low reposed angle, susceptibility of layersliding, and pellets sinking. These problems were remarkably improved with briquetting. Additional briquette characteristics, such as compression strength and reducibility were nearly equal to those of pellets.

Key words : iron ore ; green briquette ; pre-heated briquette ; indurated briquette ; additives ; bentonite ; strength ; reducibility ; reposed angle.

1. 緒 言

ペレットは品質が均一であること、間接還元帯域での被還元性が良好であることなどの利点を有するが、球形で静止安息角が小さいため、高炉内で流れ込み、もぐり込みなどの問題を起こす場合がある。

このような問題を解決するため、(株)神戸製鋼所では破碎ペレット法の技術を確認¹⁾している。しかし、破碎ペレット法は、破碎コスト、歩留りの低下などの問題を有しており、これらを解決することを目的としてブリケット法の開発を行った。

鉄鉱石のブリケット化^{2)~4)}はあまり行われておらず、特に焼成ブリケットについてはほとんど開発の例はみられない。これは鉄鉱石のように比較的ち密で粘着性に乏しい原料の場合は転動造粒法が適しており、ブリケット

法は生産性が低いなどの問題を有すると考えられているためと推察される。しかし、最近では、ブリケット成形技術や焼成技術の進歩により、鉄鉱石のブリケット化の可能性も考えられる。

鉄鉱石のブリケット化における問題点として、ロールの摩耗、生ブリケットの生産性および落下抵抗、焼成ブリケット品質として特に被還元性などがある。また、既存のグレート・キルン方式での焼成を前提とするため、ロータリーキルン内のブリケットの転動状況と粉の発生量増大などが考えられ、これらの解決を主体に基礎技術の開発を行った。

2. 生ブリケット成形技術

生ブリケットの成形性は原料性状によつて大きく異なり、鉄鉱石のようにち密で粘着性に乏しいものはブリケット化に比較的適していないと考えられ、ブリケット

昭和 61 年 4 月・10 月、昭和 62 年 4 月本会講演大会にて発表 昭和 62 年 7 月 7 日受付 (Received July 7, 1987)

* (株)神戸製鋼所材料研究所 (Materials Research Laboratories, Kobe Steel, Ltd., 1-3-18 Wakinohama-cho Chuo-ku Kobe 651)

*2 (株)神戸製鋼所試作実験センター (Technical Testing & Development Center, Kobe Steel, Ltd.)

*3 (株)神戸製鋼所加古川製鉄所 (Kakogawa Works, Kobe Steel, Ltd.)

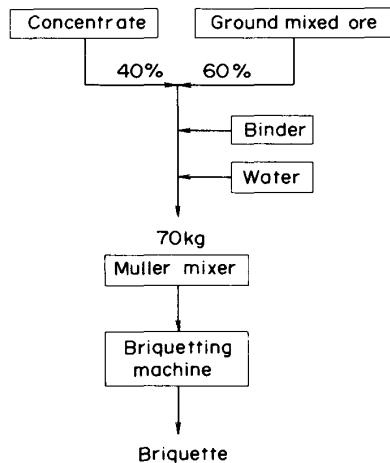


Fig. 1. Flowsheet of briquetting test.

の生産性が問題になることが予想される。特に焼成ブリケットの場合は被還元性を考慮するとブリケットの体積が小さい方が好ましいため、ブリケット1個の大きさが制限され、このこともブリケットの生産性を低下させる要因となる。

また、ペレットのような転動造粒の場合と比較して鉄石粒子の圧密機構が異なること、体積がペレットよりは大きいこと、形状が扁平であることなどのため生ブリケットの落下抵抗がペレットより劣ることが予想される。

以上の問題点について検討するため、つぎの実験を行った⁵⁾。

2.1 生ブリケットの製造方法

実験の工程を Fig. 1 に示す。実験は原料および成形条件を一定とし、生ブリケットの落下抵抗などにおよぼす粘結剤および造粒原料水分の影響について検討した。

供試原料として加古川製鉄所実機ペレット工場の混合粉碎原料と磁選精鉱を使用した。両者の化学成分と粒度分布を Table 1 および Fig. 2 にそれぞれ示す。

混合粉碎原料と磁選精鉱を 6 : 4 の割合に配合し、これに各種粘結剤および所定の水分を添加し、Muller 型の混練機により 5 min 混合し、その後ただちに実験用ダブルロール型ブリケットマシンにより生ブリケットを製造した。ブリケットマシンのロール直径は 23 cm、ポケットサイズは 5.5 cc (38×22×13 mm) である。成形条件はロール圧 : 100 kg/cm²、ロール回転数/スクリー回転数 : 4 である。粘結剤としては、生ブリケットの落下抵抗に対する効果、ブリケット製造工程および高炉使用に対する影響およびコストを考慮して、内数でベントナイト 0.5 wt%、パルプ廃液 1.0-2.0 wt% (リグニン

Table 1. Chemical composition of raw materials (wt%).

	T. Fe	FeO	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	L. O. I.
Ground mixed ore	52.8	4.2	5.9	3.9	1.7	2.7	8.7
Concentrate	67.4	0.14	0.05	1.5	1.0	<0.01	1.2

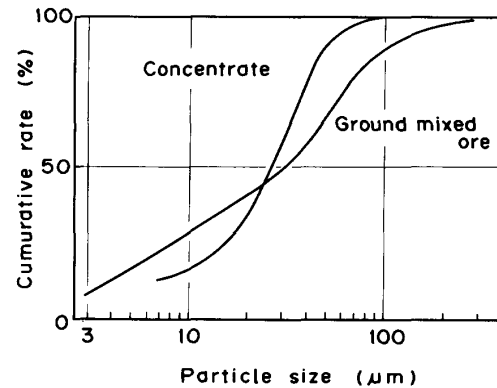


Fig. 2. Particle size distribution of raw material.

0.5-1.0 wt%), 消石灰 3 wt%, およびセメント 3 wt% を選定した。

生ブリケット成形性の評価として、成形歩留り、落下抵抗を測定した。成形歩留りはブリケットマシンへ装入された原料の重量に対する得られた生ブリケットの重量 (10 mm 以上の重量) の割合で示した。落下抵抗は生ブリケット 10 個を 1 個ずつ 50 cm の高さから厚さ 10 mm の鉄板上へ落下させた時の破壊しなかつたものの割合で示した。

2.2 生ブリケット成形性

生ブリケットの落下抵抗と造粒原料水分の関係を Fig. 3 に示す。

粘結剤の影響としては、ベントナイト 1 wt%、パルプ廃液 2 wt% (リグニン 1 wt%) 添加したものが高い落下抵抗値を示し、消石灰 3 wt%、パルプ廃液 1 wt% (リグニン 0.5 wt%) でも粘結剤無添加に比べるとかなり高い値を示している。セメントは非焼成ブリケットの検討をかねて添加したが、生ブリケットの落下抵抗向上効果もかなり存在する。

今回の実験では生ブリケットの落下抵抗値が全般に低いと予想されたため前に述べた測定方法を採用したが、生ペレットの値と比較するため、一部の試料については生ペレットと同様の測定方法 (前に述べた方法で生ブリケットを落下させ、破壊するまでの落下回数の平均値で示す) でも測定した。その結果、ベントナイト 1 wt% で水分 6.1 wt% のもの、およびパルプ廃液 2 wt% (リグニン 1 wt%) で水分 5.7 wt% のものでそれぞれ 3 回

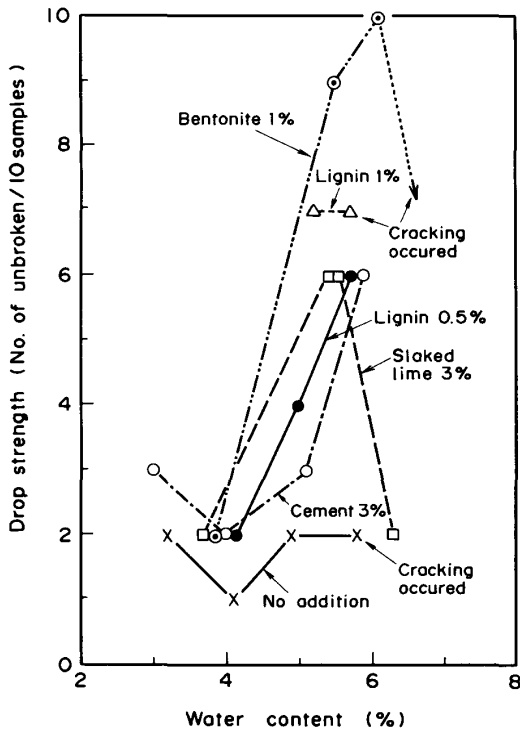


Fig. 3. Relation between water content and drop strength from 50 cm high of green briquettes.

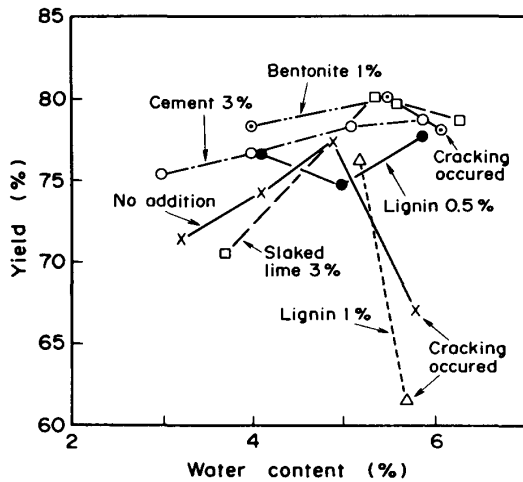


Fig. 4. Relation between water content and yield.

/50 cm の値が得られた。この値を加古川ペレット工場の生ペレットの落下抵抗値(6±3回/50 cm)と比較すると若干低く、原料配合、成形条件などの適性化により改善することが望ましいと考える。

落下抵抗に対する水分の最適値は粘結剤により若干の差はあるが、ほぼ5~6 wt% にあり、ペレットの8~9 wt% に対してやや低い値となっている。

つぎに成形歩留りは、Fig. 4 に示すように全般に70~80% の値を示している。パルプ廃液2 wt% (リグニ

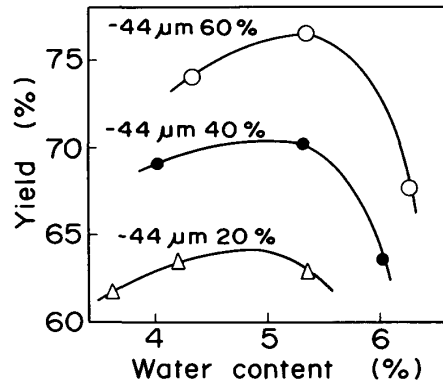


Fig. 5. Effect of particle size of ore on yield in green briquette making.

ン1 wt%) あるいは粘結剤無添加で高い水分の場合に歩留りが著しく低下しているが、これは縦割れによるもので、ベントナイト1 wt% で水分6.9 wt% のものでも同様の割れが発生している。このような高い水分における割れはラミネーション(Lamination)と呼ばれ、ロール圧によつて生ずる内部応力に起因するものと推察される。

2.3 原料粉碎粒度の影響

生ブリケットの成形性は原料鉱石の粉碎粒度により影響を受けることが十分に考えられる。ペレットの場合は粒度が細くなるほど落下抵抗は向上するが、ブリケットの場合は造粒機構が異なる⁶⁷⁾ため異なつた傾向を示すともいわれている。したがつて、生ブリケット成形性におよぼす原料鉱石の粉碎粒度の影響を調べるため、2.1 で述べたものと同様の方法で実験を行つた。ただし、混合粉碎原料の代わりに未粉碎の混合原料を使用し、これを-44 μm がそれぞれ20, 40 および60 wt% となるように粉碎した。

実験結果のうち、成形歩留りを Fig. 5 に示す。Fig. 5 から粉碎粒度を粗くすると成形歩留りは明らかに低下することがわかる。落下抵抗には顕著な差は認められなかつた。したがつてブリケットの場合も現状のペレットフィード(-44 μm≒60 wt%) より粗くすることは好ましくないものと判断される。

3. 焼成技術

焼成工程では緒言で述べたようにロータリーキルン内の粉の発生増大が懸念され、この点について検討するため、ロータリーキルン内のブリケットの転動状況および予熱ブリケットの回転強度について実験を行つた。

Table 2. Conditions and results of rotating test of briquettes.

Briquette/Pellet ratio	Sample weight (kg)	Loading rate (%)	Revolution of kiln (rpm)	Froude No. ($\times 10^{-5}$) *	Rotating behavior
100/0	10	2.1	2	6.8	Slip
100/0	10	2.1	4	27.2	A little good
100/0	30	6.3	2	6.8	A little good
100/0	30	6.3	3	15.3	Good
100/0	30	6.3	4	27.2	Good
100/0	30	6.3	6.5	71.5	Good
50/50	10	2.0	2	6.8	Slip
50/50	10	2.0	5	42.5	Good
50/50	30	6.0	2	6.8	Good
50/50	30	6.0	5	42.5	Good

* Froude No. = $D \cdot N^2 / g$ D: Inner dia. of rotary kiln (m)
 N: Revolution number of rotary kiln (min^{-1})
 g: Gravitational acceleration (m/min^2)

3.1 ロータリーキルン内の転動状況

レンガ内径 600 mm, 長さ 1400 mm の実験用小型ロータリーキルンを用い, 装入物としてセメントで硬化させたブリケットおよび実機焼成ペレットを使用して転動状況の調査を行った。

実験条件および実験結果を Table 2 に示す。装入物がキルンの回転にともなつて明らかに転動するものを Good とし, スリップを起こし, 転動しないものを Slip とした。Table 2 より装入物の占積率およびキルン回転数を適切にすれば良好な転動が得られることがわかる。また, 加古川実機ペレット工場のロータリーキルンのフルード数 (約 13.0×10^{-5}) とほぼ同等の値で良好な転動が得られることがわかつた。

3.2 予熱ブリケットの回転強度

ロータリーキルン内の粉の発生はキルン付着物の生成など焼成工程に対して大きな障害となる。前に述べたようにブリケットの場合は, その形状からキルン内の粉の発生が増大することが懸念される。キルン内の粉の発生は, キルンへ装入される前の予熱状態での強度, 特に耐磨耗強度に大きく影響されるため, 予熱ブリケットの回転強度を測定した⁸⁾。

2.1 で製造した各生ブリケットを, シリコニット電気炉により大気中で加熱した。昇温速度は約 $50^\circ\text{C}/\text{min}$, 目標温度は実機の予熱温度を参考に 900, 1000, 1100 $^\circ\text{C}$ とし, 目標温度での保持時間は 5 min とした。得られた加熱 (予熱) ブリケットについて回転強度などを測定した。回転強度は, 横型のステンレス製円筒 (132 mm ϕ \times 215 mmL, 内部に高さ 10 mm のリフター 2 枚付) を使用し, 試料 500 g, 円筒の回転は 30 rpm \times 2 min で行い, -3 mm の粉率で表示した。

測定結果を Fig. 6 に示す。摩耗指数 (回転強度) は全般に, 添加剤なしまたはリグニン 1.0% 添加の場合以外はペレットより低く, 良好な結果を示している。当初から懸念されていたロータリーキルン内での粉発生増

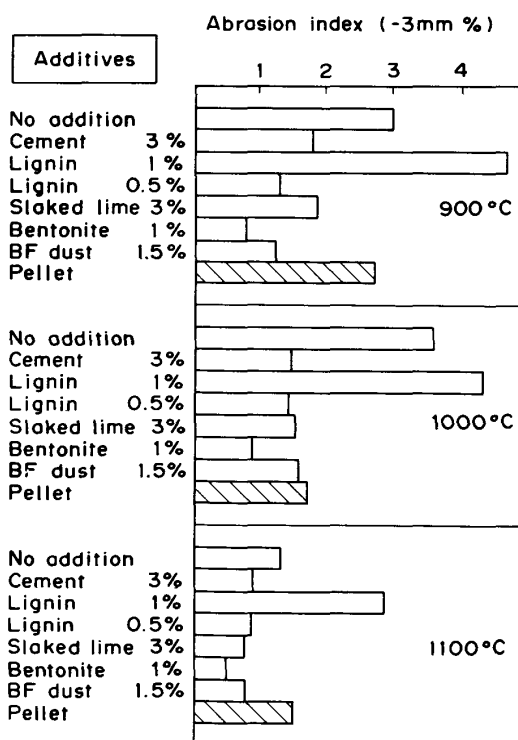


Fig. 6. Abrasion index of pre-heated briquettes.

大の問題は, 本実験の結果から判断するかぎり, ベントナイトなど適当な添加剤を使用すれば特に存在せず, むしろペレットより良い結果となることが推察される。しかし, この点については, より大型の装置を用いた測定により, さらに確認することが望ましいと考える。

摩耗指数におよぼす加熱温度の影響は比較的小さいが, 全般的に加熱温度が上昇するにしたがつて摩耗指数が良好となる傾向は認められる。

なお, 参考として圧潰強度および気孔率 (JISM 8716 および 8717 により, 真比重はピクノメーター法を採用) の測定も行った。ブリケットの圧潰強度は全般に 150 kg/B. 以上でペレットの 100 kg/P. 前後に比して著しく高い。気孔率はブリケットで 31~35 vol%, ペレットは

約 36 vol% である。

4. 焼成ブリケットの品質

本報におけるブリケット製造の実験は、実験の能率を高めるため、原料配合および粉碎粒度を実機ペレット工場に近い値に一定で行った。したがって、常温性状、還元性状などはペレット¹⁾⁹⁾と類似した値を示すことが推察されるが、一方、ブリケットの形状、サイズあるいは造粒方法による差も当然存在することが考えられる。特に、前にも述べたように、ブリケットの場合は成形の生産性に対してサイズを小さくすることは好ましくないため、ある程度サイズを大きくせざるをえないこと、およびブリケットは気孔率がペレットより低くなる傾向があるため被還元性が問題となることが予想される。

以上の点を考慮して焼成ブリケットの品質を測定し、ペレットおよび焼結鉱と比較して高炉使用上の適性について検討した。

また、本開発はペレットの非球形化による静止安息角など装入物の堆積特性の改善を主な目的としているが、その効果の確認も行った¹⁰⁾。

実験は 2・1 と同様の方法で行った。ただし、焼成ブリケットの品質に大きな影響をおよぼす要因として CaO/SiO₂ を調整するため石灰石を添加した。また、生ブリケット成形性に対してベントナイト、予熱ブリケット強度に対して高炉乾ダストの添加が好ましいが、これらが焼成ブリケットの品質に与える影響を調べるため、8 種類の生ブリケットを製造した。これらのブリケットを実験室規模の電気炉により、目標温度 1 190、1 220 および 1 250°C にて大気中で 10 min 焼成した。

焼成ブリケットの化学成分を、一例として 1 220°C 焼成のものについて、Table 3 に示す。なお、Al₂O₃ および MgO はそれぞれ 1.5~1.6 wt%、1.7~1.8 wt% である。FeO は 1 190°C、1 250°C 焼成の場合も 1 220°C 焼成とほぼ同じ値である。

Table 3. Chemical composition of briquettes indurated at 1 220°C.

Sample	CaO/SiO ₂ target	Bentonite add. (wt%)	BF dust add. (wt%)	Chemical composition (wt%)			
				T. Fe	FeO	CaO	SiO ₂
A	1.4	0	0	61.2	0.23	4.13	3.10
B	1.8	0	0	61.2	0.14	5.23	2.96
C	1.4	1.0	0	60.9	0.10	4.93	3.63
D	1.8	1.0	0	59.7	0.11	6.23	3.59
E	1.4	0	1.5	61.7	0.23	4.27	3.15
F	1.8	0	1.5	60.6	0.26	5.76	3.22
G	1.4	1.0	1.5	61.3	0.24	5.09	3.81
H	1.8	1.0	1.5	59.8	0.51	6.23	3.89
Pellet	1.4	0	0	61.3	0.20	4.47	3.21

以上の焼成ブリケットについて各種常温性状および還元性状の測定を行った。測定結果のうち常温性状および被還元性の結果を Fig. 7 に示す。

4・1 常温性状

圧潰強度は CaO/SiO₂ が高い場合および高炉乾ダストを添加した場合に若干低い傾向を示しているが、全般に約 200 kg/B. 以上であり、圧潰強度自体としては高炉使用上全く問題ないと判断される。

気孔率は焼成温度が 1 250°C で全般に低い値を示している。これはこの付近の温度でカルシウムフェライトの一部溶融にともなう焼結が活発になるためで、この現象はペレットの場合と同様である。また焼成ブリケットの気孔率は全般に 30 vol% 以上とペレット (26~28 vol%) に比して高い値を示している。これは生ブリケットの気孔率が高いことに起因しているものと考えられる。2 項で述べた生ブリケット成形性に関する実験では、生ブリケットの気孔率は全般に 20~25 vol% と生ペレットの 26 vol% 前後に比して低い値であったが、今

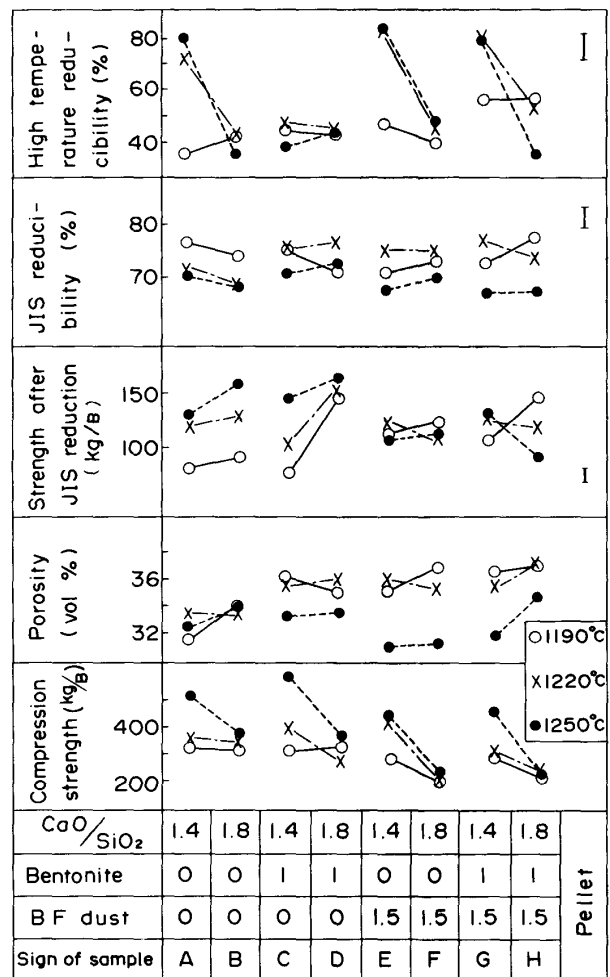
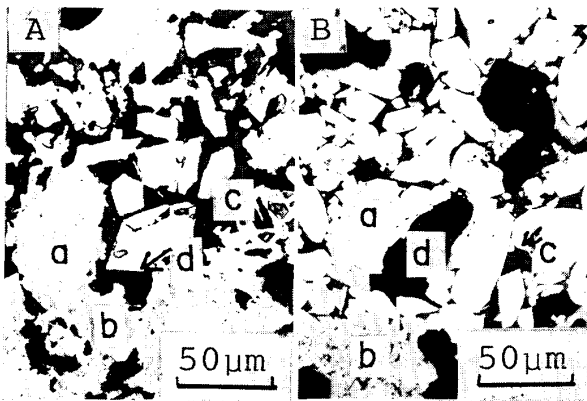


Fig. 7. Qualities of indurated briquette.



A : Briquette A indurated at 1250°C
 B : Pellet
 a : Hematite b : Calcium ferrite
 c : Slag d : Pore

Photo. 1. Optical microstructures of briquette and pellet.

回はロール圧および原料の供給速度を調整したため全般に高い気孔率を示している。このことからブリケット法はペレット法に比して生の状態の気孔率をより広い範囲に変更可能である特徴を有していることがうかがえる。

つぎに1250°C焼成のブリケットAおよび比較のためペレットの顕微鏡組織をPhoto. 1に示す。いずれもヘマタイトを主体に若干のカルシウムフェライトから成り、両者はほぼ類似した組織を示している。

4.2 還元性状

ブリケットやペレットなどの還元は一般にほぼトポケミカルに進行すると考えられるため、同一体積の場合ブリケットはペレットより被還元性に対して形状面では有利であると考えられる。しかし、前に述べたようにブリケットの場合、成形の生産性を考慮するとある程度大きい方が好ましいため、今回は1個の体積が5.5 ccのものを使用した。これはペレットの約0.8 ccよりかなり大きい。このようなサイズの影響を考慮するとブリケットの場合は被還元性が問題になることが推察される。したがって今回は被還元性を主体にJIS還元試験および高温還元試験を実施した。ただし、一般にペレット、焼結鉄に対して行われている荷重還元試験、ふくれ試験および低温還元粉化試験も一部の試料について実施した。JISおよび製鉄部会法で定められているもの以外の試験条件はつぎのとおりである。

高温還元試験

試料重量：約 10 g 還元ガス組成：CO 30 vol%，
 N_2 70 vol%
 還元温度：1250°C 還元ガス流量：3 l/min
 還元時間：2 h 反応管：縦型（内径 70 mm）

試料は、CO 60 vol%，CO₂ 40 vol%，900°CにてFeOまで予備還元したものを使用。

荷重還元試験

試料重量：約 500 g 昇温速度：100°C/h
 反応管内径：90mm 還元ガス組成：CO 30 vol%，
 N_2 70 vol%
 荷重：2 kg/cm² 還元ガス流量：15 l/min
 還元温度：800-1100°C 収縮率：鉄層高さ減少率
 測定結果のうち、JIS還元率、高温還元率およびJIS還元試験後圧潰強度をFig. 7に示す。

JIS還元率は65~80%の範囲にあり、ペレットと焼結鉄のほぼ中間程度といえる。試料間の差はあまり認められないが、1250°C焼成の場合、若干低くなっている。これはカルシウムフェライトの一部溶解にとまなう焼結がやや顕著になつたためと考えられ、気孔率低下の傾向と対応している。JIS還元試験後の圧潰強度はペレットより若干高く、満足すべき値とみなされる。

高温還元率は試料間および焼成温度による差が著しく大きい。すなわち、1190°C焼成では全般に還元率が低く、1220°C、1250°CではCaO/SiO₂ 1.8で1.4に比して著しく低い値を示している。CaO/SiO₂ 1.8で還元率が低下する原因はスラグのしみ出しが著しいためと推察される。還元後試料の観察によると、CaO/SiO₂ 1.8では還元後試料の表面が光沢を有しており、明らかにスラグのしみ出しが著しかったことがうかがえる。ベントナイト1 wt%添加すなわちSiO₂が高く、CaO/SiO₂ 1.4の場合、高炉ダスト無添加では高温還元率が低く、添加すると高い値を示している。このことは、全般にスラグ成分が多いほど高温還元率が低いという従来のペレットの結果をうらづけるとともに、高炉ダストの添加がなんらかの高温還元性向上効果を有することを示唆するものと考えられる。高炉ダストのこのような効果の原因については明らかでない。

つぎに高温還元率の高い1250°C焼成におけるA、Eを代表試料として選定し、これらについて荷重還元試験、ふくれ試験、還元粉化試験を実施した。その結果をTable 4に示す。

荷重還元試験の収縮率は、ブリケットAではペレットより高く、ブリケットEでは低い、ほぼペレット

Table 4. Results of various reduction tests (%).

Sample	Contraction	Swelling	Degradation
Briquette A	7.5	5.3	8.9
Briquette E	5.3	1.6	7.8
Pellet	5.9	10.8	1.6

Induration temperature of briquette : 1250°C

Table 5. Physical properties of ores.

Sample	App. density (g/cm ³)	Bulk density (kg/l)	Void (vol (%))	Size (mm)
Briquette	3.5	1.9	44.7	38×22×13
Pellet	3.6	2.2	37.7	8~15
Crushed pellet	3.6	1.9	47.0	5~15
Sinter	3.4	1.7	49.6	50~25 : 15% 25~10 : 45% 10~ 5 : 40%

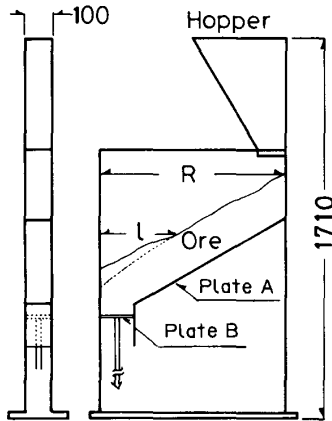


Fig. 8. Testing apparatus for repose angle and layerslide.

と同じ程度とみなされる。還元粉化率はペレットと比較するとかなり高いが、一般に焼結鉱の値が約 30% 以上であることを考慮すると、あまり大きな問題ではないと判断される。ふくれ指数は十分低い値となっている。

以上の結果から、焼成ブリケットの常温性状、還元性状は、焼成温度、CaO/SiO₂などを適切に調整すれば、ほぼペレットと同等のものが得られると考えられる。

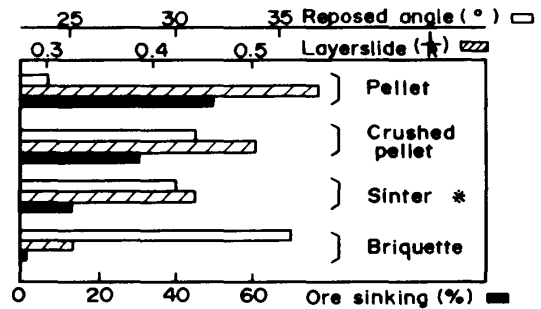
4.3 形状改善による堆積特性への効果

本開発はペレットが球形で転がりやすいことに起因する高炉装入物分布の不安定性を改善する目的で実施したものである。ブリケット化により形状を扁平とすることにより静止安息角、流れ込み、もぐり込みなどが改善されることは十分推察されるが、この点について確認するため簡単な実験を行った。

実験は小型ロータリーキルンで焼成したブリケットおよび比較のためペレットおよび焼結鉱について行った。これらの粒度および密度を Table 5 に示す。焼結鉱の粒度分布は人為的に合成したものである。ブリケットはペレットと焼結鉱の中間程度の空隙率を示している。

4.3.1 静止安息角および流れ込み指数

Fig. 8 に示す装置を用い、上部ホッパーより試料を落下させ、Plate A 上で静止した試料の傾斜角を測定し、静止安息角とした。その後 Plate B を降下させた時の



*25 mm under was used for repose angle and layerslide
Fig. 9. Physical properties of ore burdens.

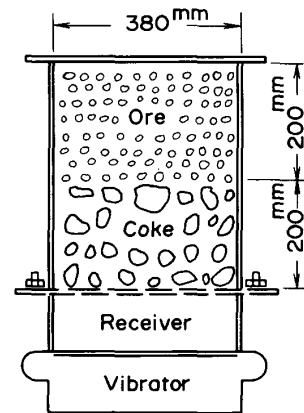


Fig. 10. Schema of ore sinking test.

流れ込み発生域 l と R の比を流れ込み指数とした。測定結果を Fig. 9 に示す。

ブリケットの静止安息角は約 35° とペレットの約 24° に比して著しく大きい。焼結鉱については測定装置の制約から 25 mm 以下のものを使用した。ブリケットは 25 mm 以下の焼結鉱より大きい安息角を示している。流れ込み指数もブリケットが最も小さく良好で、ついで焼結鉱、ペレットの順となっている。

4.3.2 もぐり込み指数

Fig. 10 に示す実験装置の透明アクリル製円筒にコークスおよび鉱石をそれぞれ図のように装入し、下部の振動装置 (振動数 1800 C/min, 振幅 3 mm の水平、垂直、傾斜運動) により所定時間 (約 60 s) 振動させたとき、コークス層およびグレート孔 (25×50 mm) を通過して受器にたまつた鉱石の重量を測定し、全鉱石重量との割合をもぐり込み指数とした。使用したコークスの粒度は 75-50 mm : 40%, 50-25 mm : 60% である。

測定結果は Fig. 9 に示す。もぐり込み指数は数値が小さいほど好ましいが、静止安息角、流れ込み指数と同じ傾向を示し、ブリケットは特に良好な値を示している。

もぐり込み指数におよぼす要因として、鉱石の形状、サイズ、表面状態、比重などが考えられるが、今回は特に前の二つの要因が大きく影響しているものと推察される。Fig. 9には示していないが、比較のためサイズの小さいブリケット（約 1.5 cc）についても同様の測定を行なった結果、もぐり込み指数はかなり増大し、ペレットに近い値となつている。この場合のブリケットは形状が 5.5 cc のブリケットよりやや丸味をおびたものであり、サイズと形状がもぐり込みの増大に影響したものと推察される。

以上のように、静止安息角、流れ込み性、もぐり込み性ともブリケットはペレットに比して著しく改善されることが確認された。このことから、ブリケットは高炉内の装入物分布、ひいてはガス流分布の安定化に大きな効果を有することが期待される。

5. 結 言

鉄鉱石のブリケット化に関する基礎技術の開発を実施し、つぎの結果を得た。

(1) 生ブリケットの落下抵抗は、ベントナイトなど適当な粘結剤を添加することにより著しく向上し、ほぼ生ペレットに近い値となる。

(2) 予熱ブリケットの回転強度はベントナイト、高炉乾ダストなどの添加により著しく向上し、これらを添加しないペレットより良好な値が得られた。また、ロータ

リーキルンによる焼成において、装入物の占積率、キルン回転数を適切にすれば、良好な転動が得られることがわかつた。

以上のことから、生ブリケットを既存のグレート・キルン方式のペレット焼成設備にて焼成することが可能である見通しが得られた。

(3) ブリケット化による形状改善の結果、静止安息角、流れ込み性、もぐり込み性が著しく向上し、焼結鉱とほぼ同等の値が得られた。常温性状、還元性状など他の品質はペレットとほぼ同等である。

文 献

- 1) 田口和正, 上仲俊行, 井裕 弘, 水口征之, 徳高国彦, 梅地 馨, 金山宏志: 鉄と鋼, **68** (1982), p. 2231
- 2) 亀岡義文, 川口二三一, 上村信夫, 森 憲二, 井尻隆三, 森光経夫: 鉄と鋼, **68** (1982), S 27
- 3) 木村吉雄, 足永武彦, 中村哲久, 金子伝太郎: 鉄と鋼, **69** (1983), S 17
- 4) 亀岡義文, 小野田守, 森 憲二, 中西敦彦: 鉄と鋼, **70** (1984), S 63
- 5) 土井暉庸, 小泉秀雄: 鉄と鋼, **72** (1986), S 96
- 6) 日本粉体工業協会: 造粒便覧 (1975) [オーム社書店]
- 7) 東畑平一郎, 関口 勲, 中原信夫: 造粒 (1964)[サンケイ技術出版]
- 8) 山口荒太, 小泉秀雄, 土井暉庸: 鉄と鋼, **72** (1986), S 881
- 9) T. UENAKA, K. AKETA, S. HACHIYA and R. HORI: McMaster Symposium on Iron and Steel Making No. 12 (1984年5月)
- 10) 山口荒太, 小泉秀雄, 野間文雄: 鉄と鋼, **73** (1987), S 102